El uso de dietas en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades gastrointestinales comunes en perros y gatos

- Capítulo
- Primero en línea:17 de abril de 2024
- págs. 39–53
- Citar este capítulo

Access provided by Universidad de Chile | Programa BEIC – ANID

Descargar libro PDF

Descargar libro EPUB

Nutrición y metabolismo de perros y gatos

El uso de dietas en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades gastrointestinales comunes en perros y gatos

Descargar libro PDF

Descargar libro EPUB

- Nancy H. Ing y
- Jörg M. Steiner

Parte de la serie de libros: Avances en Medicina y Biología Experimental ((AEMB, volumen 1446))

- **1463** accesos
- **10** Altmetric

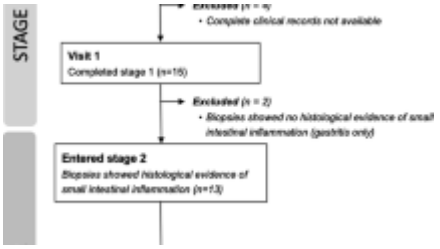
Abstracto

La salud nutricional de perros y gatos es importante para los dueños de mascotas de todo el mundo. La nutrición está inextricablemente ligada a la salud del sistema gastrointestinal y viceversa. Signos gastrointestinales, como vómitos, diarrea, anorexia o pérdida de peso, son una de las razones más comunes por las que los dueños de perros y gatos solicitan citas no rutinarias con el veterinario. Estos pacientes son evaluados sistemáticamente para identificar o descartar las causas de los síntomas. Algunas causas de diarrea crónica se encuentran en el tracto gastrointestinal, mientras que otras son secundarias a factores patógenos externos al sistema digestivo. Existen biomarcadores útiles de enfermedad intestinal crónica (enteropatía) en suero y heces. Tras determinar que los signos clínicos se deben a una enfermedad gastrointestinal primaria y que no hay parasitismo, se utilizan dietas específicas durante al menos dos semanas.

Existen varios tipos de dietas para mascotas con enteropatías crónicas. Existen dietas con ingredientes limitados y dietas de proteína hidrolizada con niveles reducidos de alérgenos. También existen dietas altamente digestibles y enriquecidas con fibra. Algunas dietas contienen probióticos y/o prebióticos. Si los síntomas no mejoran y el paciente se encuentra estable, se puede probar una dieta de otra clase. En el caso de las enteropatías crónicas, el pronóstico suele ser bueno en cuanto a la resolución o al menos la mejoría de los síntomas. Sin embargo, si las intervenciones con nuevas dietas no mejoran los síntomas de la enteropatía crónica, puede estar indicado un tratamiento antibiótico, antiinflamatorio o inmunosupresor, o bien, diagnósticos más invasivos, como una biopsia intestinal. La pancreatitis es una enfermedad gastrointestinal común en perros y gatos, y los pacientes pueden presentar una enfermedad de leve a grave. Muchos pacientes con enfermedad de leve a moderada pueden tratarse con éxito con medidas de soporte tempranas, incluyendo una dieta baja en grasas. Un nuevo fármaco, fuzapladib (Panoquell-CA1), parece muy prometedor para el tratamiento de las formas más graves de pancreatitis aguda en perros. Mantener una dieta baja en grasas puede prevenir la pancreatitis en perros en riesgo. Los futuros avances en medicina permitirán a los dueños de mascotas y veterinarios utilizar el manejo dietético para optimizar la salud de sus perros y gatos.

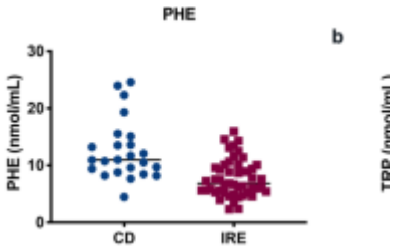
Acceso proporcionado por la Universidad de Chile | Programa BEIC – ANID. Descargar capítulo en PDF.

Otros ven contenido similar



Una dieta extruida a base de proteína extensamente hidrolizada en el tratamiento de perros con enteropatía crónica y al menos un fracaso previo de un ensayo de dieta: un estudio piloto abierto no controlado

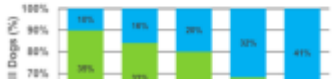
Artículo de acceso abierto15 de febrero de 2025



Perfil de aminoácidos séricos en 51 perros con enteropatía inmunosupresora (IRE): un estudio piloto sobre aspectos clínicos y resultados

Artículo de acceso abierto22 de abril de 2020

B. Physical exam findings



Un estudio multicéntrico prospectivo sobre la eficacia de una intervención dietética suplementada con fibra en perros con diarrea crónica del intestino grueso.

Artículo de acceso abierto24 de junio de 2022

Palabras clave

- **Alérgeno**
- **Biomarcador**
- **Enteropatía**
- **Disbiosis intestinal**
- **Microbioma**
- **Pancreatitis**
- **Dieta limitada en antígenos**
- **Dieta de proteína hidrolizada**
- **Dieta de fácil digestión**

3.1 Introducción

Los perros y los gatos son las mascotas más populares en EE. UU., con un 69 % de hogares con uno o más perros y un 45 % con uno o más gatos en 2021 (Statistica.com). Según la Asociación Estadounidense de Productos para Mascotas, los dueños de mascotas gastaron $125 mil millones en sus mascotas en 2021, la mayoría de los cuales se gastó en alimento para mascotas. Además, la popularidad de tener perros y gatos como mascotas está creciendo en EE. UU. y otros países desarrollados de todo el mundo (Li y Wu 2023). Tener perros y gatos ofrece varios beneficios para los dueños de mascotas, como amor incondicional, atención social e interacciones táctiles. Los dueños de perros pueden haber aumentado el ejercicio físico al pasear a sus perros. Los dueños de perros y gatos tienen beneficios para la salud, como la disminución de la presión arterial, el colesterol sérico y los triglicéridos, y la sensibilidad a los factores de estrés mental (Levine et al. 2013). Tener un perro reduce el riesgo de muerte por cualquier causa en un 24% e incluso en un 65% para los dueños con antecedentes de enfermedad coronaria (Kramer et al., 2019). Quienes observan a un dueño de mascota pueden considerarlo más maduro, responsable, compasivo y extrovertido que quienes no tienen mascotas (Gomez-Leal et al., 2021). Por lo tanto, la salud de perros y gatos es fundamental para la salud física y mental de sus dueños (Saunders et al., 2017). Los dueños de mascotas dependen de veterinarios y otros profesionales del sector de

los animales de compañía para obtener asesoramiento experto y apoyo para la salud de sus animales.

La nutrición se define como "el proceso de proporcionar u obtener los alimentos necesarios para la salud y el crecimiento" (diccionario Oxford). Una nutrición adecuada depende de numerosos procesos, entre ellos la ingesta de alimentos, la digestión, la absorción, el metabolismo y la excreción (Wu 2018). Algunas enfermedades en perros y gatos pueden reducir la ingesta de alimentos, y en los gatos, los comportamientos alimentarios quisquillosos y los factores estresantes pueden reducir o abolir la ingesta de alimentos, lo que resulta en enfermedades graves e incluso mortales, por ejemplo, la lipidosis hepática. La digestión es la descomposición física y enzimática de los macronutrientes (es decir, carbohidratos, grasas y proteínas) en sus componentes simples: azúcares, ácidos grasos y aminoácidos que pueden absorberse a través del tracto gastrointestinal (GI). Varios segmentos del tracto GI están involucrados en la digestión, la absorción y el metabolismo de los nutrientes, incluida la cavidad oral, el estómago y el intestino delgado. El hígado y el páncreas exocrino también son fundamentales para la digestión, la absorción y el metabolismo. El hígado es el primer órgano que recibe la sangre que drena del tracto gastrointestinal a través de la vena porta y es el órgano metabólico central. El hígado produce glucógeno a partir de la glucosa en sangre y lo almacena hasta que el proceso se invierte para elevar la glucosa en sangre y así alimentar al cuerpo. El hígado también produce sales biliares que se secretan en el intestino delgado para emulsionar las grasas (Hou et al., 2020). El páncreas exocrino secreta enzimas digestivas en el intestino delgado que descomponen macromoléculas: proteínas en aminoácidos, grasas en ácidos grasos y carbohidratos complejos en azúcares simples. En resumen, la salud del tracto gastrointestinal y los órganos de soporte es absolutamente esencial para una buena nutrición de los animales.

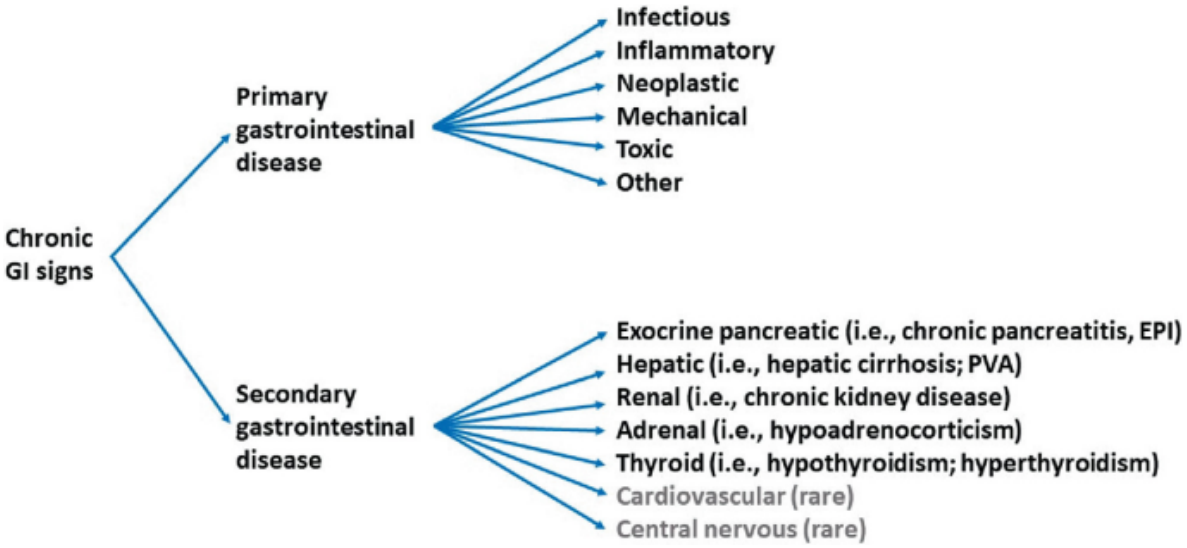
3.2 La nutrición y la salud gastrointestinal están relacionadas

Una buena nutrición es, a su vez, necesaria para la salud del tracto gastrointestinal. Los conocimientos adquiridos recientemente destacan la importancia del microbioma del tracto gastrointestinal para la nutrición y la salud (Barko et al. 2018 ; Pilla y Suchodolski 2020). El microbioma incluye bacterias (en las que se centran la mayoría de los estudios), así como hongos y virus. Estos amplían las funciones metabólicas y biosintéticas del huésped. Utilizando herramientas micromoleculares, ahora sabemos que el tracto gastrointestinal de perros y gatos contiene de 500 a 5000 especies diferentes de bacterias. La prevalencia de bacterias es muy baja (normalmente solo 1 especie) en el estómago debido al entorno ácido de la secreción de ácido gástrico. El número y la diversidad de bacterias aumentan en las partes más caudales del tracto gastrointestinal. Si bien el intestino delgado tiene más especies bacterianas que el estómago, el intestino grueso es el que más tiene y el contenido del colon es en gran medida el microbioma. Los tipos de bacterias presentes en el tracto gastrointestinal pueden ser beneficiosos (p. ej., especies de *Lactobacillus) o patógenos (p. ej., algunas cepas de Escherichia coli*), pero también pueden ser patógenos potenciales (p. ej., *Clostridium perfringens*). Cuando la salud del tracto gastrointestinal se ve comprometida, suele presentarse disbiosis intestinal, lo que significa que el microbioma se altera y el estado nutricional del paciente se ve afectado.

3.3 La enfermedad gastrointestinal en perros y gatos es común

Los signos clínicos gastrointestinales son una de las razones más comunes por las que los dueños de perros y gatos llevan a sus mascotas al veterinario para diagnóstico y tratamiento (O'Neill et al. 2014 , 2021). Los síntomas gastrointestinales de las mascotas incluyen vómitos, anorexia y/o diarrea, todos los cuales pueden provocar pérdida de peso y retraso en el crecimiento. Tanto la diarrea como los vómitos están asociados con la mala asimilación. Juntos, estos problemas se vuelven muy preocupantes para los dueños de mascotas. La diarrea crónica es común tanto en perros como en gatos. Las causas de los signos gastrointestinales crónicos pueden ser "primarias", que incluyen enfermedades infecciosas, inflamatorias, neoplásicas, tóxicas y mecánicas del tracto gastrointestinal (Fig. 3.1). Pero también existen causas secundarias de signos gastrointestinales, incluidas enfermedades del páncreas exocrino (es decir, inflamación o falta de enzimas digestivas), el hígado (es decir, inflamación, cambios en el flujo sanguíneo o niveles más bajos de sales biliares) y el riñón (es decir, no eliminar toxinas de la sangre que conducen a signos gastrointestinales). Las enfermedades gastrointestinales secundarias también pueden deberse al hipoadrenocorticismo, así como al hipotiroidismo en perros y al hipertiroidismo en gatos. El reto para el veterinario es identificar la causa de la enfermedad gastrointestinal, si es posible, y crear un plan de tratamiento viable para cada paciente.

Figura 3.1



Causas de los signos gastrointestinales crónicos en perros y gatos. Esta figura muestra las diversas causas posibles de los signos gastrointestinales crónicos (signos GI) en perros y gatos, que pueden clasificarse en enfermedades gastrointestinales primarias y secundarias. Las enfermedades cardiovasculares y del sistema nervioso central son causas poco frecuentes de diarrea crónica y se muestran en gris. IPE = insuficiencia pancreática exocrina; AVP = anomalía vascular portosistémica.

Imagen de tamaño completo

3.4 Diagnóstico de perros y gatos con signos de enfermedad gastrointestinal crónica

Los perros y gatos que acuden al veterinario con síntomas gastrointestinales, cuya principal queja suele ser la diarrea crónica, requieren una evaluación sistemática de la salud. Una historia clínica completa incluye la fecha de inicio de los síntomas, una descripción exacta del problema,

incluyendo una descripción detallada del aspecto de las heces, y las dietas, premios, suplementos y medicamentos que se le administran. Se realiza un examen físico exhaustivo para identificar cualquier problema en la mascota, incluyendo la exploración de la cavidad oral y la palpación del abdomen para evaluar el dolor. También se pesa a la mascota y se comparan su peso corporal, condición corporal y condición muscular con mediciones previas. Las pruebas diagnósticas incluyen un hemograma completo, bioquímica sanguínea y análisis de orina para evaluar sistemáticamente al animal, así como la salud renal y hepática. Las enfermedades gastrointestinales pueden causar pérdida de proteínas, con concentraciones más bajas de albúmina sérica, calcio y colesterol. Se pueden realizar análisis de sangre específicos para hormonas tiroideas, cortisol y lipasa pancreática (para la pancreatitis). La flotación fecal se realiza para identificar parásitos protozoarios, así como huevos de helmintos. Si están presentes, se tratan con antihelmínticos específicos para los parásitos identificados. Si no hay evidencia de endoparásitos, el paciente recibe tratamiento con un antihelmíntico de amplio espectro. Las radiografías abdominales pueden ser útiles para identificar cuerpos extraños en el tracto gastrointestinal, que suelen causar signos clínicos agudos y, por lo tanto, son una causa poco frecuente de signos crónicos de enfermedad gastrointestinal. A pesar de esta evaluación exhaustiva, es posible que no se identifique la causa definitiva de los signos gastrointestinales crónicos debido a la diversidad de etiologías. Biomarcadores adicionales pueden ser útiles para evaluar mejor al paciente y orientar las decisiones sobre las opciones de tratamiento.

3.5 Biomarcadores de la enfermedad gastrointestinal crónica

3.5.1 Biomarcadores funcionales

Existen varios biomarcadores funcionales de la salud y enfermedad gastrointestinal en perros y gatos. La cobalamina (vitamina B_{12}) es una vitamina esencial en perros y gatos, y los síntomas de la deficiencia de cobalamina incluyen diarrea, anorexia, pérdida de peso, inmunodeficiencia y neuropatías centrales y periféricas (Heilmann y Steiner 2018). Los perros y gatos pueden presentar deficiencia de cobalamina si padecen una enfermedad gastrointestinal crónica (enteropatía crónica), ya que la absorción de cobalamina requiere que se una al factor intrínseco en el duodeno (Kather et al. 2019). Dado que, a diferencia de los humanos, donde el factor intrínseco es secretado por la mucosa gástrica, el factor intrínseco en perros y gatos es secretado casi exclusivamente por el páncreas, los perros y gatos con insuficiencia pancreática exocrina también presentan con frecuencia deficiencia de cobalamina. Después de que se une al factor intrínseco, la absorción activa de cobalamina ocurre en el íleon, que expresa el receptor Cubam para cobalamina. El receptor Cubam está compuesto de dos productos génicos: amnionless (AMN) y cubulina (CUBN). Se han identificado perros con una mutación en uno de estos genes en razas schnauzer gigante, border collie, beagles y pastor australiano (Hanisch et al. 2018), similar a algunas personas de Noruega y Finlandia (Carmel et al. 2003). Una de las razas de perros que está predispuesta a tener una baja concentración sérica de cobalamina es el Shar Pei chino, aunque aún no se ha identificado el modo específico de herencia (Bishop et al. 2012). Sin embargo, además de estas causas hereditarias de deficiencia de cobalamina, la causa más común de deficiencia de cobalamina tanto en perros como en gatos es la enteropatía crónica. La hipocobalaminemia es muy común en el pastor alemán, mientras que los golden retrievers presentan un menor riesgo de padecerla (Dandrieux et al., 2013). Se recomienda medir los niveles séricos de cobalamina en todos los perros y gatos con signos gastrointestinales, especialmente si

estos son crónicos (es decir, si han persistido durante más de tres semanas). Si los niveles de cobalamina son bajos, se debe iniciar la suplementación oral o parenteral (Toresson et al., 2016 ; Hanisch et al., 2018).

Otros marcadores funcionales de la salud gastrointestinal en suero son las concentraciones de ácido metilmalónico y folato (Heilmann y Steiner, 2018). El ácido orgánico metilmalónico requiere que la cobalamina se convierta en succinil-CoA. Por lo tanto, los niveles de ácido metilmalónico aumentan en la sangre a medida que disminuyen los niveles de cobalamina celular, lo que a su vez conduce a una disminución de la actividad de la metilmalonil-CoA mutasa, que es necesaria para el metabolismo de algunos aminoácidos y grasas. El folato sérico (vitamina B_9) es otra vitamina dietética esencial. Las concentraciones de folato se relacionan con la salud del intestino delgado proximal, donde se absorbe esta vitamina. La malabsorción intestinal crónica (si es prolongada y grave) puede provocar que los niveles de folato en suero disminuyan, pero no es un biomarcador tan sensible como la cobalamina sérica (Ullal et al., 2023). La hipofolatemia se puede tratar con suplementos orales de folato, pero no se ha documentado su eficacia en el tratamiento de enteropatías crónicas. El inhibidor de la proteína α1-proteinasa (α1-PI) es otro marcador funcional de la salud gastrointestinal. Sus niveles séricos disminuyen en perros y gatos con enteropatías perdedoras de proteínas. Más importante aún, las concentraciones fecales de α1-PI aumentan en las heces de perros y gatos con mayor pérdida de proteínas gastrointestinales (Melgarejo et al., 1997). Si bien la mayoría de las proteínas que se pierden en el tracto gastrointestinal son digeridas por proteasas, el α1-PI es resistente a la proteólisis y puede medirse en heces. Los niveles fecales de α1-proteinasa aumentan tempranamente en las enteropatías perdedoras de proteínas, antes de que se presenten signos clínicos de hipoalbuminemia e identifiquen el origen del problema como gastrointestinal.

3.5.2 Marcadores bioquímicos de la inflamación

La medicina veterinaria ha seguido a la medicina humana en la caracterización de varios marcadores bioquímicos que se relacionan con la enteropatía inflamatoria crónica en perros. Los estudios se han centrado en la proteína C reactiva sérica, los anticuerpos anticitoplasma de neutrófilos perinucleares séricos, la 3-bromotirosina sérica, la N-metilhistamina sérica y urinaria, la calprotectina fecal y sérica, la calgranulina C fecal y sérica, y el receptor soluble sérico para productos finales de glicación avanzada (Heilmann y Steiner 2018). De los anteriores, la evaluación de las concentraciones de proteína C reactiva sérica y calprotectina fecal parece ser la más útil, especialmente para identificar una mejoría objetiva durante una prueba dietética. Se ha demostrado que ambos se correlacionan con la gravedad de la enteropatía inflamatoria crónica en perros. Además, los niveles séricos de proteína C reactiva y calprotectina fecal fueron útiles para distinguir a los respondedores parciales en las pruebas de dieta (que pueden necesitar más tiempo en la dieta) de los no respondedores, que pueden requerir tratamientos con antibióticos, antiinflamatorios o inmunosupresores.

3.5.3 Evaluación del microbioma intestinal en perros y gatos con enteropatías

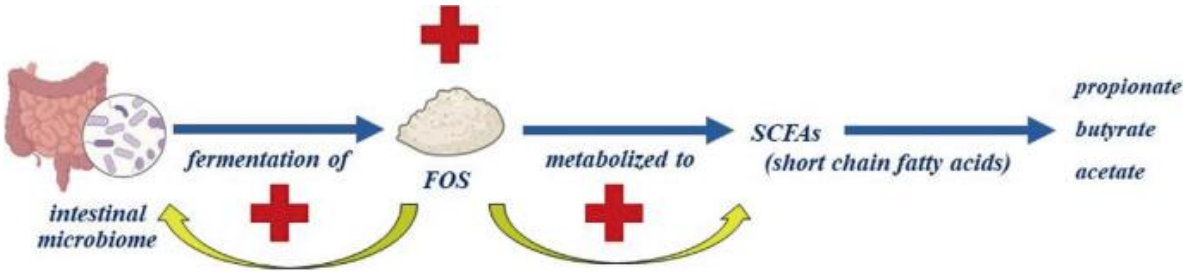
Se han identificado alteraciones del microbioma intestinal y fecal tanto en perros como en gatos con enteropatías crónicas. El índice de disbiosis fecal utiliza PCR cuantitativa en ADN fecal para comparar las abundancias de ocho grupos bacterianos entre perros sanos y aquellos con enteropatía crónica (AlShawaqfeh et al. 2017 ; Heilmann y Steiner 2018). Las abundancias de

bacterias totales se evalúan junto con las de *Blautia* , *Clostridium hiranosis* , *Escherichia coli* , *Faecalibacterium* , *Fusobacterium, Streptococcus* y *Turicibacter* . Los niveles se utilizan en un algoritmo para generar un índice de disbiosis fecal, que puede compararse con el de un perro normal. También se ha descrito un índice de disbiosis similar para gatos. Estos índices de disbiosis pueden ser útiles para identificar respuestas a tratamientos dietéticos (Rossi et al. 2020). El índice de disbiosis diferenció entre perros sanos y aquellos con enteropatía inflamatoria crónica (AlShawaqfeh et al., 2017). En otro estudio, 30 perros con diarrea de intestino grueso alimentados con una dieta enriquecida con fibra y suplementada con probióticos durante 30 días experimentaron una transición de su estado inicial de disbiosis intestinal a normobiosis (Rossi et al., 2020).

3.6 Ensayos de tratamiento dietético

Aunque las causas de la diarrea en perros y gatos pueden no estar claras, entre el 50 y el 60 % de los perros y gatos con diarrea crónica responden solo al tratamiento dietético (Rudinsky et al., 2018). Los ensayos de tratamiento utilizan una dieta novedosa para alimentar al perro o gato durante algunas semanas para evaluar cualquier mejora en los síntomas. No existe un tratamiento dietético que funcione para todos los casos. Tampoco existe una fórmula para determinar qué tipo de dieta (descrita a continuación) probar primero. Si no se observa ninguna mejora en un caso de diarrea dentro de las dos semanas posteriores a la alimentación con la dieta novedosa, entonces se cambia el tipo de dieta. Esto contrasta con los perros y gatos con enfermedades alérgicas de la piel debido a alérgenos dietéticos, en los que la duración del ensayo es de al menos ocho semanas (Olivery et al., 2015). Hay varias empresas que elaboran dietas especializadas para abordar enfermedades gastrointestinales crónicas, y los componentes de las dietas varían ampliamente. Muchas contienen prebióticos, que son compuestos que alimentan a las bacterias intestinales beneficiosas. Los fructooligosacáridos (FOS) prebióticos son fermentados por las bacterias gastrointestinales para producir ácidos grasos de cadena corta (AGCC; Fig. 3.2). Por lo tanto, los FOS nutren a las bacterias y los AGCC producidos estimulan la proliferación de los enterocitos (Venegas et al., 2019). Esto contrasta con los probióticos, que representan las propias bacterias beneficiosas. Si bien algunos fabricantes de alimentos para mascotas rocían sus dietas con esporas bacterianas, estas dietas que contienen probióticos no se han evaluado críticamente, por lo que deberían utilizarse como un nutracéutico independiente.

Figura 3.2



Beneficios potenciales de los FOS. Los fructooligosacáridos (FOS) son poliazúcares no metabolizables que el microbioma intestinal puede fermentar para producir ácidos grasos de cadena corta (AGCC), que representan la principal fuente de energía para los enterocitos. Añadir

FOS a la dieta favorece la proliferación de las bacterias beneficiosas del microbioma intestinal y promueve la síntesis de AGCC adicionales. Esta figura fue creada con BioRender.com.

Imagen de tamaño completo

Existen varios tipos de dietas utilizadas en ensayos de tratamiento para la diarrea en perros y gatos. La elección de la dieta terapéutica se basa en la evaluación de los signos clínicos y un historial dietético completo. Aun así, puede ser necesario probar múltiples dietas para adaptar mejor la composición de la dieta según la respuesta clínica. Las dietas con ingredientes limitados tienen una fuente de proteína y una fuente de carbohidratos que el perro o gato no ha consumido antes. Tanto las fuentes de proteína como las de carbohidratos contienen algunos antígenos proteicos potenciales que podrían desencadenar una reacción inmunitaria en el tracto gastrointestinal del perro. Por lo tanto, es esencial limitar tanto las fuentes de proteína como las de carbohidratos. Estas dietas suelen tener la fuente única de proteína y carbohidratos en el nombre del producto. Las dietas de proteína hidrolizada tienen las proteínas escindidas en pequeños fragmentos para reducir su antigenicidad. Existe una diferencia entre los productos en el grado de hidrolización y el rango de tamaños de los péptidos, siendo los péptidos más hidrolizados y pequeños los menos alergénicos. Este es un concepto excelente, pero solo se han realizado unos pocos estudios con estas dietas en perros (Marks et al. 2002 , Mandigers et al. 2010). El último estudio utilizó 26 perros con enteropatía crónica del intestino delgado y los alimentó con una dieta de proteína hidrolizada o una dieta altamente digestible durante tres años. Determinaron que más perros permanecieron en remisión de la diarrea mientras comían la dieta de proteína hidrolizada que los perros que comían la dieta altamente digestible. Las dietas altamente digestibles son moderadas en grasa porque la grasa es difícil de digerir. Estas dietas generalmente contienen prebióticos como FOS. Estos no se digieren en el intestino delgado, sino que llegan al intestino grueso para servir como fuente de fermentación por las bacterias beneficiosas allí. Las dietas altamente digestibles también pueden contener otros componentes, como una proporción alterada de ácidos grasos n3/n6 o jengibre. Una de estas dietas altamente digestibles mostró una buena respuesta en el estudio mencionado, pero no fue tan eficaz para reducir la diarrea a largo plazo como la dieta de proteína hidrolizada probada (Mandigers et al., 2010). También existen dietas enriquecidas con fibra que pueden ser eficaces para controlar la diarrea del intestino grueso. Un estudio reciente sobre la alimentación con una dieta que contenía una mezcla patentada de fibras con antioxidantes y polifenoles demostró que redujo considerablemente la diarrea crónica del intestino grueso en 31 perros (Fritsch et al., 2022). La dieta contenía un 6 % de fibra cruda sobre una base de materia seca. Además, la mezcla de fibra prebiótica de la dieta contenía pulpa de remolacha, pulpa de cítricos, arándanos rojos prensados, linaza y harina de cáscara de nuez pecana con 59 mg/g de fibra insoluble y 6 mg/g de fibra soluble. En otro estudio, una dieta diferente enriquecida con fibra, administrada junto con una mezcla probiótica, trató con éxito la diarrea del intestino grueso en 30 perros (Rossi et al., 2020) .). Esa dieta era la Fase 1 para la Colitis Intestinal de Forza10 y contenía un 21 % de fibra dietética, incluyendo un 8 % de fibra cruda. Las dietas enriquecidas con fibra deberían renombrarse para indicar qué tipos de fibra contienen: fibras solubles vs. insolubles y fibra fermentable vs. no fermentable. Una posible nomenclatura podría ser una "dieta enriquecida con fibra soluble" en contraste con una "dieta enriquecida con fibra para el volumen", que contendría más fibra insoluble. El tipo de fibra influye en los efectos sobre el tracto gastrointestinal y la digestión.

También debe mencionarse que las dietas contienen fuentes de fibra, en lugar de una fibra específica. Por ejemplo, el psyllium se usa con frecuencia en perros con diarrea crónica, pero el psyllium no es una fibra específica, sino una fuente de fibra que contiene fibra fermentable y no fermentable e incluso puede contener sustancias con actividad farmacéutica.

Como se mencionó, la mayoría de las enfermedades diarreicas primarias en perros y gatos responden a las intervenciones dietéticas. Sin embargo, si la diarrea no responde a los ensayos de tratamiento dietético secuencial, el veterinario puede prescribir un antibiótico o incluso un fármaco antiinflamatorio o inmunosupresor. Idealmente, esto es precedido por una biopsia intestinal para caracterizar la inflamación y descartar, por ejemplo, una infección fúngica. Típicamente, los antibióticos reducen la diversidad del microbioma gastrointestinal (Bottero et al. 2022), pero muchos perros y gatos con diarrea crónica responderán a la terapia con antibióticos (Westermarck et al. 2005 ; Kilpinen et al. 2011). El objetivo sería utilizar un antibiótico que no esté asociado con muchos efectos secundarios y que no tenga otros usos frecuentes. El antibiótico más comúnmente utilizado para este propósito es la tilosina, un antibiótico macrólido que solía usarse con mayor frecuencia como aditivo alimentario en aves de corral y que ya no se usa en humanos en los países occidentales. Junto con el trasplante fecal, los prebióticos, probióticos y antibióticos actúan sobre el microbioma del tracto gastrointestinal. En caso de enfermedad gastrointestinal, la diversidad del microbioma intestinal disminuye.

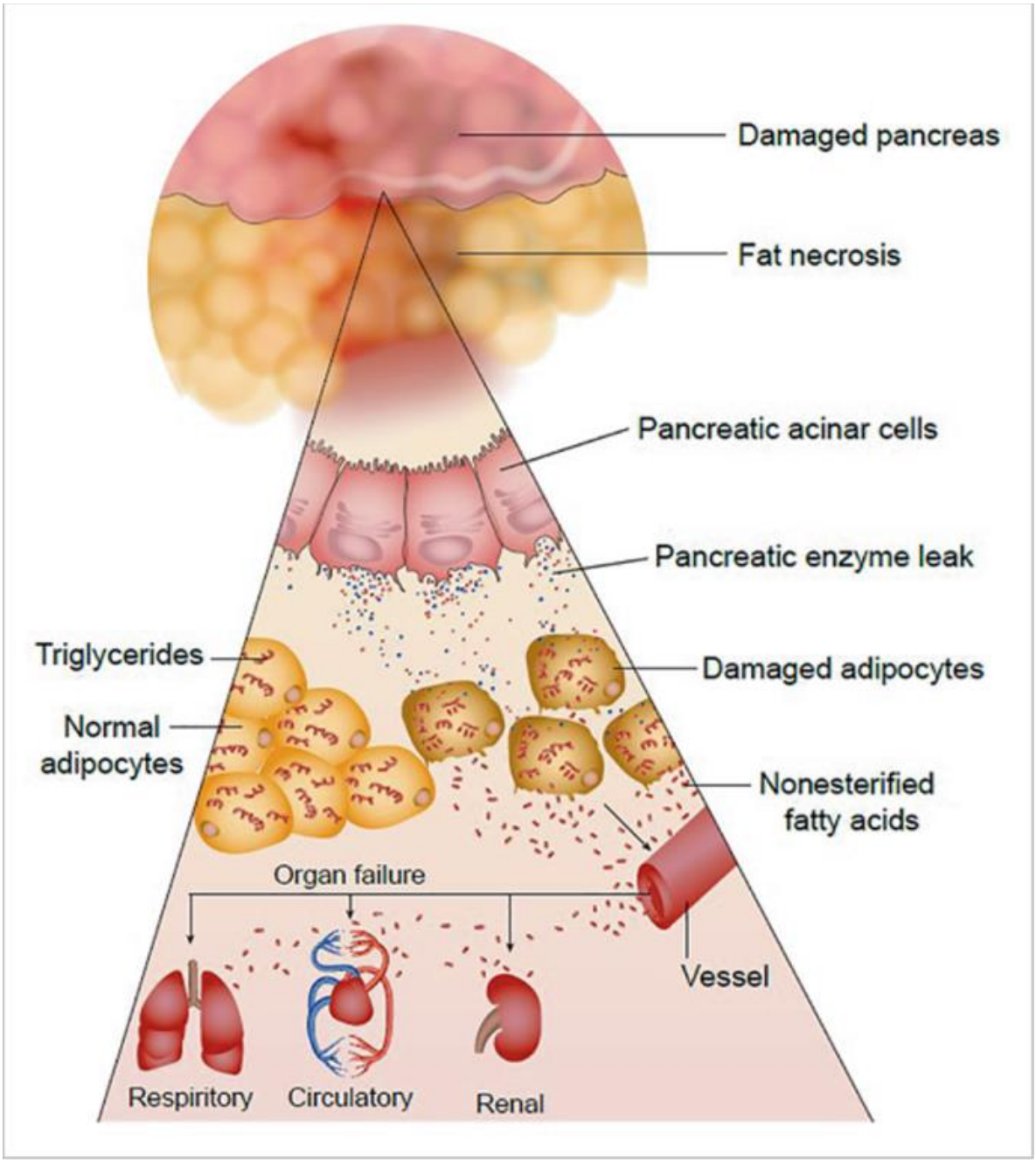
3.7 Alérgenos en las dietas de perros y gatos

La piel es el principal órgano de respuesta alérgica del perro. Hay casos en los que la dieta del perro causa reacciones adversas cutáneas a los alimentos (CAFR), que pueden ser graves. Las reacciones pueden causar picazón en la piel, de modo que el animal se rasca y se quita mechones de pelo o se muerde el pelo en todos los lugares que puede alcanzar. En comparación con la cantidad de veces que los dueños llevan a sus perros y gatos para cualquier diagnóstico, solo entre el 1 y el 2 % resultan ser CAFR para perros y solo el 0,2 % para gatos (Olivry y Mueller, 2017). Para los perros, los alérgenos dietéticos más comunes son (ordenados desde arriba) la carne de res, los productos lácteos, el pollo, el trigo y el cordero (Mueller et al., 2016). De manera similar, para los gatos, los alérgenos dietéticos más comunes que causan CAFR son la carne de res, el pescado, el pollo, el trigo, el maíz, los productos lácteos y el cordero. Es importante destacar que los ingredientes en la etiqueta del alimento para mascotas no siempre se correlacionan completamente con el contenido (Olivry y Mueller, 2018). Por ejemplo, si un fabricante de alimentos para mascotas no limpia completamente sus equipos entre la elaboración de diferentes productos, se producirá una contaminación en alimentos posteriores. Cabe destacar que incluso se ha informado que la contaminación de alimentos para mascotas con ácaros del almacenamiento causa CAFR en perros y gatos (Olivry y Mueller, 2019). El diagnóstico de CAFR se realiza mediante ensayos de provocación con restricción dietética. Los alérgenos sospechosos se eliminan de la dieta durante al menos ocho semanas y se registra la remisión de los síntomas cutáneos. Posteriormente, la mascota puede recibir una dieta de provocación con alérgenos sospechosos individuales para identificarlos específicamente y que el propietario pueda evitar alimentarlos en el futuro.

3.8 Pancreatitis

Los perros y los gatos son susceptibles a la enfermedad inflamatoria del páncreas: pancreatitis. Las causas de la pancreatitis aguda a menudo no se pueden determinar y la afección se etiqueta como idiopática. Sin embargo, algunos casos están relacionados con el consumo de alimentos inusuales y/o ricos en grasas (Steiner 2022). Los schnauzer miniatura son mucho más susceptibles a la pancreatitis que otras razas de perros. Los yorkshire terriers, cocker spaniels, dachshunds y caniches también se ven afectados comúnmente por pancreatitis, mientras que los golden retrievers no (Cridge et al. 2022a). El riesgo de tener un aumento de la lipasa pancreática en suero (un indicador diagnóstico de pancreatitis) es mayor en perros esquimales, fox terriers, pointers y galgos, mientras que ese riesgo es bajo en beagles, labradores retrievers, bulldogs y golden retrievers (Cridge et al. 2022b). En perros, pero no en gatos, la hipertrigliceridemia (> 500 mg/dL) es un factor de riesgo para desarrollar pancreatitis. Se cree que algunos medicamentos recetados causan pancreatitis en personas, y lo mismo podría ser cierto en perros y gatos. La patología de la pancreatitis implica una disminución de la secreción de enzimas digestivas en el intestino delgado y la activación de la proteasa tripsina in situ, dentro de las células acinares pancreáticas. La acumulación de proteasas activadas en el tejido causa edema, sangrado, inflamación y necrosis (Fig. 3.3 ; Cridge et al. 2022a). Los glóbulos blancos son atraídos por el páncreas inflamado y secretan citocinas. Junto con los ácidos grasos no esterificados de la necrosis grasa, las citocinas pasan a la circulación y pueden causar enfermedad generalizada, incluyendo coagulación intravascular, insuficiencia renal o pulmonar y falla multiorgánica que conduce a la muerte.

Figura 3.3



Patogenia de la pancreatitis. La fuga y activación in situ de enzimas pancreáticas provoca inflamación y necrosis grasa, liberando ácidos grasos no esterificados que causan inflamación sistémica e insuficiencia orgánica. Esta figura se reutilizó con autorización de Cridge et al. (2022a) J Vet Intern Med 36:847–64

Imagen de tamaño completo

Los síntomas de pancreatitis grave en perros son anorexia, vómitos, debilidad, dolor abdominal, deshidratación y diarrea (Steiner 2022). Los síntomas de pancreatitis grave en gatos están menos definidos, pero incluyen anorexia, letargo, deshidratación e hipotermia. Los casos más leves de pancreatitis en perros y gatos pueden presentar síntomas vagos como anorexia y diarrea. En las

personas, el dolor abdominal es un síntoma importante de pancreatitis y los dueños de mascotas pueden pasarlo por alto en sus perros y gatos con pancreatitis. El diagnóstico de pancreatitis se basa en la historia clínica, el examen físico y el diagnóstico clínico. Tanto en perros como en gatos, la prueba diagnóstica más específica para la pancreatitis es la inmunorreactividad de la lipasa pancreática sérica utilizando reactivos específicos de la especie. Para los perros, dos pruebas comerciales para lipasa pancreática en suero (Spec cPL™ y SNAP cPL™) muestran alta sensibilidad y especificidad (McCord et al. 2012). La ecografía y la aspiración con aguja fina del páncreas pueden proporcionar información sobre las células presentes y si la afección es aguda o crónica (Cridge et al. 2020 , 2021).

El tratamiento de la pancreatitis en perros y gatos se centra en los cuidados de soporte. Los mejores resultados para la pancreatitis aguda se obtienen con un soporte temprano, que incluye fluidoterapia, analgésicos, antieméticos y soporte nutricional, preferiblemente mediante nutrición enteral (Steiner 2022). Para los perros, se prescribe una dieta baja en grasas (es decir, una dieta con un contenido igual o inferior a 20 g de grasa por 1000 kcal). Para los gatos, se puede utilizar una dieta moderadamente restringida en grasas, pero no siempre es necesaria. Se asume que el dolor es parte de la enfermedad hasta que se demuestre lo contrario y su control es importante. En casos graves, puede requerirse opioides intravenosos constantes. Se administran antieméticos incluso a animales que no vomitan para reducir las náuseas. La terapia antiemética combinada con estimulantes del apetito anima a los pacientes a comer. En noviembre de 2022, la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) aprobó condicionalmente el uso del nuevo medicamento fuzapladib (Panoquell-CA1) para el tratamiento de los signos clínicos en perros con pancreatitis aguda. Desde 2018, el fuzapladib se ha utilizado en Japón con buenos resultados. El fuzapladib sódico es un inhibidor de la activación de LFA-1 y, como tal, previene la extravasación de neutrófilos de los lechos capilares. Estudios de pancreatitis inducida experimentalmente en perros identificaron niveles más altos de microARN, incluido el miR-375, en suero, que podrían ser biomarcadores útiles de pancreatitis en el futuro (Rouse et al., 2017 ; Lee et al., 2018).

El pronóstico de los casos leves de pancreatitis es favorable, y los pacientes se mantienen con dietas bajas en grasas durante al menos unos meses. Los casos graves se vigilan de cerca para detectar una enfermedad generalizada grave y podrían requerir eutanasia (Cridge et al., 2022a). Si el perro o gato sobrevive a la pancreatitis aguda, puede desarrollar una enfermedad crónica y ser susceptible a más episodios de pancreatitis. Estos animales pueden beneficiarse de la terapia inmunosupresora, por ejemplo, prednisolona o ciclosporina. El páncreas también puede cicatrizar y volverse fibrótico, lo que resulta en pérdida de función y, por lo tanto, insuficiencia pancreática exocrina. A menudo, estos pacientes pueden tratarse con éxito mediante terapia de reemplazo de enzimas pancreáticas (PERT). La prevención de la pancreatitis en perros en riesgo (por ejemplo, schnauzers miniatura mayores) con triglicéridos séricos altos puede resultar de la alimentación con una dieta baja en grasas (igual o menor a 20 g de grasa/1000 kcal), lo que puede reducir los niveles de triglicéridos séricos en dos a tres semanas.

3.9 Resumen y perspectivas

Una buena nutrición está estrechamente relacionada con la salud del tracto gastrointestinal y del animal en su conjunto, y viceversa. Es frecuente que perros y gatos presenten signos crónicos de

enfermedad gastrointestinal (vómitos, diarrea y pérdida de peso) que requieren intervención veterinaria. Esta comienza con una evaluación diagnóstica completa, que incluye la historia clínica, la exploración física, los análisis de sangre y de orina, para intentar definir las posibles causas primarias o secundarias de los síntomas gastrointestinales. Para las enteropatías crónicas causadas por problemas en el tracto gastrointestinal, existen diversos análisis de biomarcadores séricos y fecales que pueden proporcionar información para orientar el diagnóstico de la enfermedad y evaluar la respuesta durante los ensayos dietéticos. En ensayos con una dieta nueva, si los síntomas no mejoran en dos semanas, se prueba una dieta diferente. En el caso de las enteropatías crónicas, los síntomas mejoran en la mayoría de los perros y gatos con una u otra dieta nueva, que posteriormente se mantiene en la mascota. En pacientes con síntomas gastrointestinales que no mejoran, se pueden intentar tratamientos antibióticos, antiinflamatorios o inmunosupresores. La pancreatitis aguda es una enfermedad potencialmente mortal en perros y gatos. El control del dolor y las náuseas, que permite la alimentación oral con una dieta baja en grasas, es clave para el éxito del tratamiento de la pancreatitis. Un fármaco recientemente aprobado, el fuzapladib, que inhibe la extravasación de neutrófilos, parece ser eficaz en el tratamiento de la pancreatitis aguda en perros. El futuro promete más avances en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades gastrointestinales para mejorar la salud y la longevidad de nuestros queridos perros y gatos.

Abreviaturas

CAFR:

Reacción alimentaria adversa cutánea

FOS:

Fructooligosacáridos

SOLDADO AMERICANO:

Gastrointestinal

LFA-1:

Antígeno 1 alfa asociado a la función leucocitaria

IMPERTINENTE:

Terapia de reemplazo de enzimas pancreáticas

SCFA:

Ácido graso de cadena corta

Referencias

- AlShawaqfeh MK, Wajid B, Minamoto Y, Markel M, Lidbury JA, Steiner JM, Serpedin E, Suchodolski JS (2017) Un índice de disbiosis para evaluar los cambios microbianos en muestras fecales de perros con enteropatía inflamatoria crónica. FEMS Microbiol Ecol 93:fix136

Google Académico

- Barko PC, McMichael MA, Swanson KS, Williams DA (2018) El microbioma gastrointestinal: una revisión. J Vet Intern Med 32:9–25

Artículo CAS PubMed Google Académico

- Bishop MA, Xenoulis PG, Bergoff N, Gruztner N, Suchodolski JS, Steiner JM (2012) Caracterización parcial de la deficiencia de cobalamina en shar pei chinos. The Vet J 191:41–45

Artículo CAS PubMed Google Académico

- Bottero E, Ferriani R, Benvenuti E, Ruggiero P, Astorina S, Giraldi M, Bertoldi L, Benvenuto G, Sattin E, Gianella P, Suchodolski JS (2022) Evaluación clínica y análisis de microbiota en 9 perros con enteropatía que responde a antibióticos: un estudio comparativo prospectivo. J Vet Intern Med 36:1220–1228

Artículo PubMed Centro de PubMed Google Académico

- Carmel R, Green R, Rosenblatt DS, Watkins D (2003) Actualización sobre cobalamina, folato y homocisteína. Programa de Educación en Hematología de la Sociedad Americana de la Salud, 2003:62–81

Artículo Google Académico

- Cridge H, Sullivant AM, Wills RW, Lee AM (2020) Asociación entre los hallazgos ecográficos abdominales, el análisis específico de lipasa pancreática canina, los índices de gravedad clínica y el diagnóstico clínico en perros con pancreatitis. J Vet Intern Med 34:636–643

Artículo PubMed Centro de PubMed Google Académico

- Cridge H, Twedt DC, Marolf AJ, Sharkey LC, Steiner JM (2021) Avances en el diagnóstico de pancreatitis aguda en perros. J Vet Intern Med 35:2572–2587

Artículo PubMed Centro de PubMed Google Académico

- Cridge H, Scott N, Steiner JM (2022b) Factores de riesgo y presentación clínica en perros con concentraciones séricas elevadas de lipasa pancreática: un análisis descriptivo. Animals 12:1581

Artículo PubMed Centro de PubMed Google Académico

- Cridge H, Lim SY, Algül H, Steiner JM (2022a) Nuevos conocimientos sobre la etiología, los factores de riesgo y la patogénesis de la pancreatitis en perros: posibles impactos en la práctica clínica J Vet Intern Med 36:847–864

Google Académico

- Dandrieux JR, Noble PJM, Halladay LJ, McLean L, German AJ (2013) Disposiciones raciales caninas para hipocobalaminemia marcada o disminución de la concentración de folato evaluadas mediante un estudio de laboratorio. J Small Anim Prac 54:143–148

Artículo **CAS** **Google Académico**

- Fritsch DA, Wernimont SM, Jackson MI, MacLeay JM, Gross KL (2022) Estudio multicéntrico prospectivo de una intervención dietética suplementada con fibra en perros con diarrea crónica de intestino grueso. BMC Vet Res 18:244

Artículo **CAS** **PubMed** **Centro de PubMed** **Google Académico**

- Gómez-Leal R, Costa A, Megias-Robles A, Fernández-Berrocal P, Faria L (2021) Relación entre la inteligencia emocional y la empatía hacia humanos y animales. Peer J. https://doi.org/10.7717/peerj.11274

Artículo **PubMed** **Centro de PubMed** **Google Académico**

- Hanisch F, Toresson L, Spillmann T (2018) Deficiencia de cobalamina en perros y gatos. Edición de Práctica Veterinaria Animales Pequeños Mascotas 46:309–314

Google Académico

- Heilmann RM, Steiner JM (2018) Utilidad clínica de los biomarcadores actualmente disponibles en enteropatías inflamatorias caninas. J Vet Intern Med 32:1495–1508

Artículo **PubMed** **Centro de PubMed** **Google Académico**

- Hou YQ, Hu SD, Li XY, He WL, Wu G (2020) Metabolismo de aminoácidos en el hígado: importancia nutricional y fisiológica. Adv Exp Med Biol 1265:21–37

Artículo **CAS** **PubMed** **Google Académico**

- Kather S, Gruetzner N, Kook PH, Dengler F (2019) Revisión del metabolismo de la cobalamina en perros. J Vet Intern Med 34:13–28

Artículo **PubMed** **Centro de PubMed** **Google Académico**

- Kilpinen S, Spillmann T, Syrja P, Skrzypczak T, Louhelainen M, Westermarck E (2011) Efecto de la tilosina en perros con sospecha de diarrea sensible a la tilosina: ensayo clínico prospectivo, aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo. Acta Vet Scand 53:26

Artículo **CAS** **PubMed** **Centro de PubMed** **Google Académico**

- Kramer CK, Mehmood SM, Suen RS (2019) Tenencia de perros y supervivencia: una revisión sistemática y un metanálisis. Circ Cardiovasc Qual Outcomes 12:e005554

Artículo **PubMed** **Google Académico**

- Lee HB, Park HK, Choi HJ, Lee S, Lee SJ, Lee JY, Cho EH, Han HJ, Seok JH, Son WC (2018) Evaluación de biomarcadores de microARN circulantes en el modelo canino de lesión pancreática aguda. Int J Mol Sci 19:3048

Artículo **PubMed** **Centro de PubMed** **Google Académico**

- Levine GN, Allen K, Braun LT, Christian HE, Friedmann E, Taubert KA, Thomas SA, Wells DL, Lange RA (2013) Tener una mascota y el riesgo cardiovascular: una declaración científica de la Asociación Americana del Corazón. Circulation 127:2353–2363

Artículo PubMed Google Académico

- Li P, Wu G (2023) Nutrición y metabolismo de aminoácidos en perros y gatos domésticos. J Anim Sci Biotechnol 14:19

Artículo CAS PubMed Centro de PubMed Google Académico

- Mandigers PJJ, Biourge V, van den Ingh TSGAM, Ankringa N, German AJ (2010) Un ensayo de campo aleatorizado, abierto y con control positivo de una dieta de proteína hidrolizada en perros con enteropatía crónica del intestino delgado. J Vet Intern Med 24:1350–1357

Artículo CAS PubMed Google Académico

- Marks SL, Laflamme DP, McAloose D (2002) Ensayo dietético con una dieta hipoalergénica comercial que contiene proteína hidrolizada para perros con enfermedad inflamatoria intestinal. Vet Ther 3:109

Google Académico

- McCord K, Morley PS, Armstrong J, Simpson K, Rishniw M, Forman MA, Biller D, Parnell N, Arnell K, Hill S, Avgeris S, Gittelman H, Moore M, Hitt M, Oswald G, Marks S, Burney D, Twedt D (2012) Un estudio multiinstitucional que evalúa la utilidad diagnóstica de Spec cPL y SNAP® cPL en la pancreatitis aguda clínica en 84 perros. J Vet Intern Med 26:888–896

Artículo CAS PubMed Google Académico

- Melgarejo T, Tamayo A, Williams DA (1997) Inhibidor de la alfa-$_{1}$- proteasa fecal (α1 - PI) para el diagnóstico de la enteropatía perdedora de proteínas canina. J Vet Int Med. 11:115

Google Académico

- Mueller RS, Olivry T, Prelaud P (2016) Tema crítico sobre reacciones adversas a los alimentos en animales de compañía (2): fuentes comunes de alérgenos alimentarios en perros y gatos. BMC Vet Res 12:9

Artículo PubMed Centro de PubMed Google Académico

- Olivry T, Mueller RS (2017) Tema crítico sobre reacciones adversas alimentarias en animales de compañía (3): prevalencia de reacciones adversas alimentarias cutáneas en perros y gatos. BMC Vet Res 13:51

Artículo PubMed Centro de PubMed Google Académico

- Olivry T, Mueller RS (2018) Tema crítico sobre reacciones adversas a los alimentos en animales de compañía (5): discrepancias entre los ingredientes y el etiquetado en alimentos comerciales para mascotas. BMC Vet Res 14:24

Artículo PubMed Centro de PubMed Google Académico

- Olivry T, Mueller RS (2019) Tema de evaluación crítica sobre reacciones adversas a los alimentos en animales de compañía (8): ácaros de almacenamiento en alimentos comerciales para mascotas. BMC Vet Res 15:385

Artículo **PubMed** **Centro de PubMed** **Google Académico**

- Olivry T, Mueller RS, Prelaud P (2015) Tema crítico sobre reacciones adversas a los alimentos en animales de compañía (1): duración de las dietas de eliminación. BMC Vet Res 11:225

Artículo **PubMed** **Centro de PubMed** **Google Académico**

- O'Neill DG, Church DB, McGreevy PD, Thomson PC, Brodbelt DC (2014) Prevalencia de trastornos registrados en gatos que acuden a consultas veterinarias de atención primaria en Inglaterra. Vet J 202:286–291

Artículo **CAS** **PubMed** **Google Académico**

- O'Neill DG, James H, Brodbelt DC, Church DB, Pegram C (2021) Prevalencia de trastornos comúnmente diagnosticados en perros del Reino Unido bajo atención veterinaria primaria: resultados y aplicaciones. BMC Vet Res 17:69

Artículo **PubMed** **Centro de PubMed** **Google Académico**

- Pilla R, Suchodolski JS (2020) El papel del microbioma y el metaboloma intestinal canino en la salud y las enfermedades gastrointestinales. Front Vet Sci 6:498

Artículo **PubMed** **Centro de PubMed** **Google Académico**

- Rossi G, Cerquetella M, Gavazza A, Galosi L, Berardi S, Mangiaterra S, Mari S, Suchodolski JS, Lidbury JA, Steiner JM, Pengo G (2020) Resolución rápida de la diarrea del intestino grueso tras la administración de una combinación de una dieta rica en fibra y una mezcla probiótica en 30 perros. Vet Sci 7:21

Artículo **PubMed** **Centro de PubMed** **Google Académico**

- Rouse R, Rosenzweig B, Shea K, Knapton A, Stewart S, Xu L, Chockalingam A, Zadrozny L, Thompson K (2017) Biomarcadores de microARN de lesión pancreática en un modelo canino. Exp Tox Path 69:33–43

Artículo **CAS** **Google Académico**

- Rudinsky AJ, Rowe JC, Parker VJ (2018) Manejo nutricional de enteropatías crónicas en perros y gatos. J Am Vet Med Assoc 253:570–578

Artículo **CAS** **PubMed** **Google Académico**

- Saunders J, Parast L, Babey SH, Miles JV (2017) Explorando las diferencias entre dueños de mascotas y no dueños de mascotas: Implicaciones para la investigación y las políticas sobre interacción humano-animal. PLoS ONE. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179494

Artículo PubMed Centro de PubMed Google Académico

- Steiner JM (2022) Pancreatitis en perros y gatos. En: Manual veterinario de Merck. Whitehouse Station, NJ, Merck & Co., Inc.

Google Académico

- Toresson L, Steiner JM, Suchodolski JS, Spillmann T (2016) Suplementación oral de cobalamina en perros con enteropatías crónicas e hipocobalaminemia. J Vet Intern Med 30:101–107

Artículo CAS PubMed Google Académico

- Ullal TV, Marks SL, Huebner SN, Taylor SL, Shelley CD (2023) Asociación de las concentraciones de folato con signos clínicos y marcadores de laboratorio de enteropatía crónica en perros. J Vet Intern Med 2023:1–10

Google Académico

- Venegas DP, De la Fuente MK, Landskron G, Gonzalez MJ, Quera R, Dijkstra G, Harmsen HJM, Faber KN, Hermoso MA (2019) Regulación inmunitaria y epitelial intestinal mediada por ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y su relevancia para las enfermedades inflamatorias intestinales. Front Immunol 10:277

Artículo CAS Google Académico

- Westermarck E, Skrzypczak T, Harmoinen J, Steiner JM, Ruaux CG, Williams DA, Eerola E, Sundback P, Rinkinen M (2005) Diarrea crónica sensible a tilosina en perros. J Vet Intern Med 19:177–186

Artículo PubMed Google Académico

- Wu G (2018) Principios de nutrición animal. CRC Press, Boca Ratón, Florida

Google Académico

Descargar referencias

Información del autor

Autores y afiliaciones

1. **Departamento de Ciencia Animal, Universidad Texas A&M, College Station, TX, 77843, EE. UU.**

Nancy H. Ing

2. **Departamento de Ciencias Clínicas de Pequeños Animales, Universidad Texas A&M, College Station, TX, 77843, EE. UU.**

Jörg M. Steiner

Autor correspondiente

Correspondencia a Nancy H. Ing .

Información del editor

Editores y afiliaciones

1. **Departamento de Ciencia Animal, Universidad Texas A&M, College Station, TX, EE. UU.**

Guoyao Wu

Derechos y permisos

Reimpresiones y permisos

Información de derechos de autor

© 2024 El autor(es), bajo licencia exclusiva de Springer Nature Switzerland AG